

УДК 629.113.004

А.П. Кравченко, зав. кафедрой автоники и управления на транспорте**Е.А. Верительник, асп. кафедры автоники и управления на транспорте***Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля**avtoap@ukr.net***РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ХРАНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА СКЛАДЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Предложен критерий определения необходимости хранения детали на складе автопредприятия или заказа ее в случае отказа на основе коэффициента технической готовности парка.

Ключевые слова: коэффициент технической готовности, вероятность, критерий, время ремонта, время ожидания детали.

Постановка проблемы. Надежная работа автотранспортного предприятия и поддержание подвижного состава в работоспособном состоянии на предприятии обеспечивается фондом запасных частей, размер и номенклатура которого играют важную роль в себестоимости перевозок. С учетом ограниченности финансовых ресурсов предприятия остро стоит проблема в целесообразности хранения тех или иных деталей на складе предприятия. Разработка критерия, позволяющего определить целесообразность хранения той или иной детали, позволит экономить ресурсы предприятия, если в основе этого критерия будут лежать показатели качества работы предприятия.

Материалы и результаты исследования. Одной из существенных характеристик качества работы автотранспортного предприятия является коэффициент технической готовности, который определяется по детали i -го типа как отношение времени исправной работы к сумме времени исправной работы и вынужденных простоев автомобиля, взятых за один и тот же календарный срок [1]:

$$k_i = \frac{t_{\text{иррабо}}}{t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}},$$

где время ремонта $t_{\text{ирремоне}}$ включает в себя как собственно время, необходимое для ремонта $t_{\text{ирремоне}}^*$ автомобиля, так и время ожидания доставки детали $t_{\text{иоожиде}}$. То есть

$$k_i = \frac{t_{\text{иррабо}}}{t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}^* + t_{\text{иоожиде}}}. \quad (1)$$

Учитывая случайную природу величин $t_{\text{ирремоне}}^*$, $t_{\text{иоожиде}}$ и $t_{\text{иррабо}}$, принимаются как средние (по всем автомобилям данного типа) значения в выражении для коэффициента k_i . Причем коэффициент готовности всего автомобиля k определяется по принципу «слабого звена», т.е. как

$$k = \min_{0 \leq i \leq n} k_i. \quad (2)$$

Оценим влияние времени ожидания $t_{\text{иоожиде}}$ на коэффициент готовности. Введем следующие обозначения

$$\begin{aligned} k_i^0 &= \frac{t_{\text{иррабо}}}{t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}^*}, \\ \Delta k_i &= k_i - k_i^0 = \frac{t_{\text{иррабо}}}{t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}^* + t_{\text{иоожиде}}} - \frac{t_{\text{иррабо}}}{t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}^*} = \\ &= \frac{t_{\text{иррабо}} t_{\text{иоожиде}}}{(t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}^* + t_{\text{иоожиде}})(t_{\text{иррабо}} + t_{\text{иоожиде}})}. \end{aligned}$$

Тогда относительное изменение коэффициента готовности выражается как

$$\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100\% = \frac{t_{\text{иоожиде}}}{t_{\text{иррабо}} + t_{\text{ирремоне}}^* + t_{\text{иоожиде}}} \cdot 100\%.$$

Учитывая, что $t_{\text{ирремоне}}^* < t_{\text{иррабо}}$, для реальных значений $t_{\text{иоожиде}} = 336$ (часов) и $t_{\text{иррабо}} = 9333$ (часа), получаем $\frac{\Delta k_i}{k_i^0} \cdot 100\% \approx 3,4\%$.

Расчет показывает, что отсутствие детали на складе может вносить значимое изменение коэффициента готовности и, тем самым, нарушать принятое на практике ограничение $k \geq 0,86$. Поэтому возникает задача выработки критерия, предписывающего хранение детали данного типа на складе, тем более, что реальное время $t_{i\text{ожид}}^*$ может сильно отличаться от нормативного.

Рассмотрим пример изменения коэффициента технической готовности парка автомобилей Mercedes-Benz Actros 1844 в количестве 160 автомобилей за 2013 год (рис.1). Значение k определялось по средним значениям $t_{i\text{рем}}^*$, $t_{i\text{ожид}}^*$ и $t_{i\text{рабо}}$ для всех автомобилей.

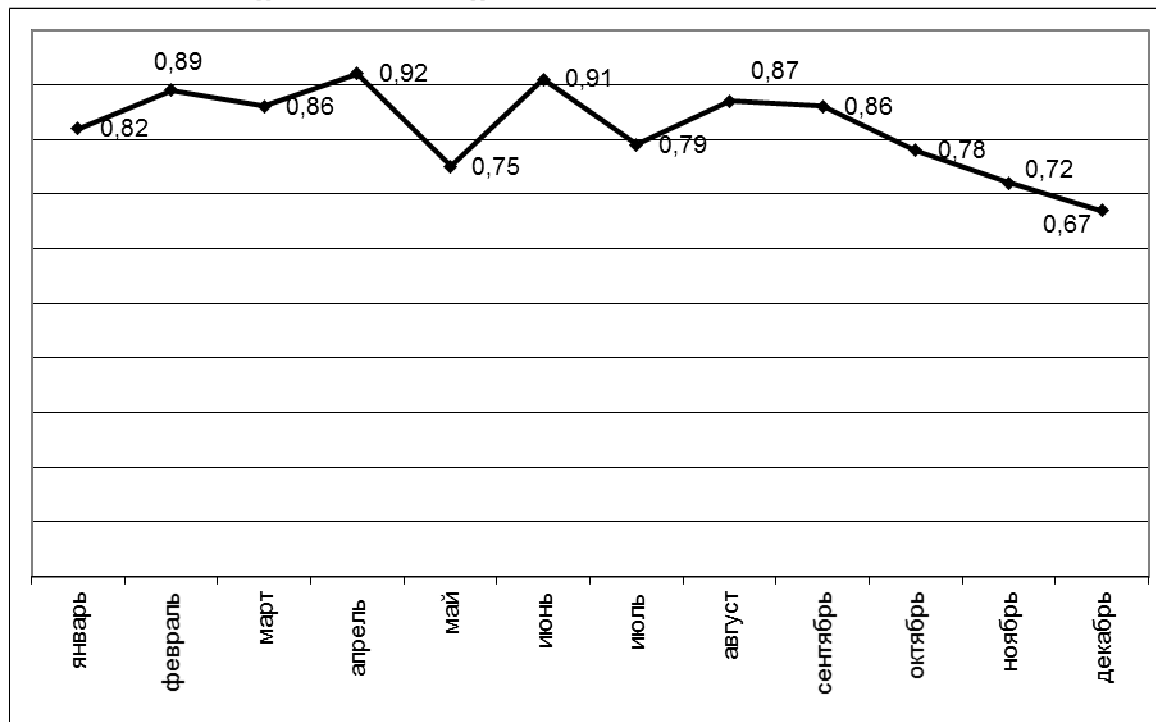


Рисунок 1 – Изменение коэффициента технической готовности автомобилей Mercedes-Benz Actros 1844

В качестве критерия выбора типа детали для хранения взята величина произведения $\mu_i = p_i t_{i\text{ожид}}^*$, где p_i – вероятность отказа i -ой детали за некоторый промежуток времени, выраженный в тех же единицах, что и $t_{i\text{ожид}}^*$ (например, p_i – вероятность отказа за один час, если время $t_{i\text{ожид}}^*$ выражено в часах). Выбор этой величины обусловлен тем, что даже при большой вероятности отказа некоторой детали, но при малом времени доставки детали не возникает необходимости в ее хранении. С другой стороны, при малой вероятности отказа и большом времени ожидания, величина $p_i t_{i\text{ожид}}^*$ снова может оказаться достаточно малой, но такие детали обычно требуют хранения на складе из-за большого времени их доставки.

Поэтому возникает задача определения граничного значения для величины μ_i , превышение которой будет критерием необходимости хранения детали на складе.

На практике принято считать коэффициент готовности допустимым, если он удовлетворяет условию $k \geq 0,86$. Согласно (2), это означает, что должно выполняться условие $k_i \geq 0,86$ для всех $i = 1, 2, \dots, n$. Тогда из (1) получаем

$$k_i = \frac{t_{i\text{рабо}}}{t_{i\text{рабо}} + t_{i\text{рем}}^* + t_{i\text{ожид}}^*} = \frac{p_i t_{i\text{рабо}}}{p_i t_{i\text{рабо}} + p_i t_{i\text{рем}}^* + p_i t_{i\text{ожид}}^*} = \frac{p_i t_{i\text{рабо}}}{p_i t_{i\text{рабо}} + p_i t_{i\text{рем}}^* + \mu_i} \geq 0,86.$$

Отсюда

$$\mu_i \leq \frac{p_i (0,14 t_{i\text{рабо}} - 0,86 t_{i\text{рем}}^*)}{0,86}. \quad (3)$$

Таким образом, если для некоторого значения $i=1,2,...,n$ выполнено условие (3), деталь i -го типа не нуждается в хранении на складе.

Кроме того, это неравенство должно быть справедливо, если откажет i -ая деталь хотя бы у одного из автомобилей данного типа. Значит, условие, при котором i -ую деталь не нужно хранить на складе при наличии N автомобилей данного типа, имеет следующий вид

$$t_{\text{ожид}}(1-(1-p_i)^N) \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{рабо}} - 0,86t_{\text{рем}}^*)}{0,86} \quad (4)$$

Замена неравенства (3) на неравенство (4) обусловлена тем, что поскольку $0 \leq 1-p_i \leq 1$, то $1-p_i \geq (1-p_i)^N$ для $N > 1$. Значит,

$$p_i = (1-(1-p_i)) \leq (1-(1-p_i)^N).$$

Поэтому, если выполнено неравенство (4), то выполнено и неравенство (3) для каждого автомобиля.

Для упрощения записи введем обозначение $\mu_i^N = t_{\text{ожид}}(1-(1-p_i)^N)$. Тогда неравенство (4) приобретает вид

$$\mu_i^N \leq \frac{p_i(0,14t_{\text{рабо}} - 0,86t_{\text{рем}}^*)}{0,86} \quad (5)$$

и представляет собой условие, при выполнении которого деталь i -го типа не нуждается в хранении на складе при наличии N автомобилей данного типа.

Заметим, что на практике $t_{\text{рабо}}$ во много раз больше $t_{\text{рем}}^*$ [2] и потому правая часть неравенства (5) всегда положительна.

Выводы. Предложенный критерий на основе коэффициента технической готовности автопарка, вероятностей отказа, времени проведения ремонтных работ и времени доставки деталей на предприятие с момента заказа, позволяющий определять целесообразность хранения детали, может быть использован в методике определения оптимального по номенклатуре и количеству склада запасных частей автотранспортного предприятия.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
2. Кравченко А.П., Верительник Е.А. Мониторинг расхода запасных частей автомобилей-тягачей VOLVO FH 1242. А.П. Кравченко, Е.А. Верительник / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2014. – № 9 (1052). – С. 33-38.

Поступила в редакцию 24.01.2014 г.

Кравченко О.П., Верительник Є.А. Розробка критерію необхідності зберігання деталей на складі автотранспортного підприємства

Запропонований критерій визначення необхідності зберігання деталі на складі автопідприємства або замовлення її у разі відмови на основі коефіцієнта технічної готовності парку.

Ключові слова: коефіцієнт технічної готовності, вірогідність, критерій, час ремонту, час очікування деталі.

Kravchenko A., Veritelnik Y. Development criterion the necessity of details storing or not storing on auto- enterprise

The criterion of determination of necessity of storage of detail is offered on storage of autoenterprise or order of her in case of breakage on the basis of coefficient of technical readiness of park.

Keywords: coefficient of technical readiness, probability, criterion, time of repair, time of expectation detail.